

PAT-NO: JP363153407A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63153407 A  
TITLE: SEMICONDUCTOR POSITION DETECTOR  
PUBN-DATE: June 25, 1988

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
KUWABARA, YOSHIHARU  
NAKAMURA, TAIZO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
MITSUTOYO CORP N/A

APPL-NO: JP61302231  
APPL-DATE: December 18, 1986

INT-CL (IPC): G01B011/00, H01L031/16  
US-CL-CURRENT: 356/FOR.130

ABSTRACT:

PURPOSE: To measure a center-of-gravity position of a light quantity distribution in the radial direction of a polar coordinate system, by providing a circular center electrode and a circumferential electrode on one face of a semiconductor substrate of a three-layer structure, and forming a common electrode on the other face.

CONSTITUTION: A sensor 50 consists of a circular semiconductor substrate 54 of a three-layer structure of a P type layer 54A, an I type layer 54B, and an N

type layer 54C, a circular center electrode 56, a circumferential electrode 58, and a common electrode 60 formed on the lower face of the substrate 54. When a luminous flux is made incident on the surface of the sensor 50, optical currents (i), (j) flow so as to be roughly in inverse proportion to a center-of-gravity position of a light quantity distribution and a distance to the electrodes 58, 56. An optical current outputted from the sensor 50 is processed by a detecting circuit 52. This circuit 52 consists of current/voltage converters 52A, 52B for bringing the optical current to current/voltage conversion, a difference computing element 52C, a sum computing element 52D, and a divider 52E.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-153407

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)6月25日

G 01 B 11/00  
H 01 L 31/16E-7625-2F  
B-6819-5F

審査請求 有 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体位置検出器

⑯ 特 願 昭61-302231

⑰ 出 願 昭61(1986)12月18日

⑱ 発 明 者 桑 原 義 治 神奈川県川崎市高津区坂戸165番地 株式会社三豊製作所  
開発本部内⑲ 発 明 者 中 村 泰 三 神奈川県川崎市高津区坂戸165番地 株式会社三豊製作所  
開発本部内

⑳ 出 願 人 株式会社ミットヨ 東京都港区芝5丁目31番19号

㉑ 代 理 人 弁理士 高 矢 論 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体位置検出器

## 2. 特許請求の範囲

(1) P型層-I型層-N型層の三層構造の半導体基板、該基板の一面に形成された円形の中央電極、該中央電極を中心に円周状に形成された周辺電極、及び、前記基板の他面に形成された共通電極を含んで構成されるセンサと、

該センサに照射される光束の光量分布に応じて前記中央及び周辺電極から出力される信号を処理して、前記光量分布の前記中央電極を中心とした半径方向の重心位置に対応した変位信号を得る検出回路とを備えたことを特徴とする半導体位置検出器。

(2) 前記検出回路が、前記中央及び周辺電極から出力される信号の差信号をその和信号で除算する除算器を備え、該除算器の出力をもつて前記変位信号とされている特許請求の範囲第1項記載の半導体位置検出器。

## 3. 発明の詳細な説明

## 【産業上の利用分野】

本発明は、半導体位置検出器に係り、特に、非接触変位計のセンサとして用いるに好適な、三層構造の半導体基板と、該基板の表裏に形成された電極を含むセンサを用いて、該センサに照射される光束の光量分布の重心位置に対応した変位信号を得る半導体位置検出器に関する。

## 【従来の技術】

光応用計測の分野においては、入射する光の量及び位置を検出するための半導体を用いた検出器が各種利用されている。例えばフォトダイオードは、光の量に応じた短絡電流を出力し、ラインセンサは、フォトダイオードを多数並設した構造で光量分布のプロファイルを測定することができる。

これに対して、入射する光束の光量分布の重心位置を測定できる検出器として、半導体位置検出器(Position Sensitive Detector、PSD)がある。この従来のPSDのセンサ部は、例えば第7図に示す如く、P型層、I型層、N型層の三

層構造の半導体基板40の上面に、互に対向する一対のX電極42A、42Bと、互に対向する一対のY電極44A、44Bとが形成され、下面に共通電極46が形成されており、構造的には横効果型フォトダイオード(Lateral Effect Photodiode)とも呼ばれている。各電極42A、42B、44A、44Bからは、信号X1、X2、Y1、Y2がそれぞれ取出されている。

この基板40に、<sup>光ビームが照射され</sup>図に示す如く、重心位置の座標が(x, y)である光スポット48が形成されると、信号(X1-X2)、(Y2-Y1)は、ほぼx、yに比例する値となるため、光スポット48の重心位置の測定が可能となる。

#### 【発明が解決しようとする問題点】

しかしながら、従来のPSDは、直交座標系を前提として、光量分布の重心位置の測定を行うものである。従つて、センサ部にリング状の光ビームが入射する場合等に、そのビーム径に対応する信号を得ること等はできず、応用上制限があつた。

#### 【発明の目的】

- 3 -

#### 【作用】

本発明においては、センサを構成するP型層-I型層-N型層の三層構造の半導体基板の一面に、円形の中央電極と、該中央電極を中心に円周状の周辺電極を設け、前記基板の他面に共通電極を形成している。従つて、前記中央及び周辺電極から出力される信号を処理することによつて、前記光量分布の中央電極を中心とした半径方向の重心位置に対応した変位信号を得ることができ、極座標系の半径方向における光量分布の重心位置の測定が可能となる。

又、検出回路に、前記中央及び周辺電極から出力される信号の差信号をその和信号で除算する除算器を備え、該除算器の出力をもつて変位信号とした場合には、検出回路の構成が簡略である。

#### 【実施例】

以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

本実施例は、第1図に示す如く、センサ50と検出回路52とから主に構成されている。

本発明は、前記従来の問題点を解消するべくなされたもので、極座標系の半径方向における光量分布の重心位置の測定ができるような半導体位置検出器を提供することを目的とする。

#### 【問題点を解決するための手段】

本発明は、半導体位置検出器において、P型層-I型層-N型層の三層構造の半導体基板、該基板の一面に形成された円形の中央電極、該中央電極を中心に円周状に形成された周辺電極、及び、前記基板の他面に形成された共通電極を含んで構成されるセンサと、該センサに照射される光束の光量分布に応じて前記中央及び周辺電極から出力される信号を処理して、前記光量分布の前記中央電極を中心とした半径方向の重心位置に対応した変位信号を得る検出回路とを備えることにより、前記目的を達成したものである。

又、本発明の実施態様は、前記検出回路に、前記中央及び周辺電極から出力される信号の差信号をその和信号で除算する除算器を備え、該除算器の出力をもつて前記変位信号としたものである。

- 4 -

前記センサ50は、第2図に詳細に示す如く、P型層54A-I型層(真性半導体層)54B-N型層54Cの三層構造の円形半導体基板54と、該基板54の上面に形成された、ニッケル薄層等からなる円形の中央電極56と、該中央電極56を中心に円周上に形成された周辺電極58と、基板54の下面に形成された共通電極60とを含み、各電極からは光電流 $i$ 、 $j$ が取出されている。なお、半導体材料としては、シリコンSi、ガリウム・アルミニウム・リンGaAlP等が使用できる。

このセンサ50の表面に光束が入射すると、光量分布の重心位置と周辺電極58及び中央電極56までの距離にほぼ反比例して光電流 $i$ 、 $j$ が流れる。

センサ50から出力される信号としての光電流 $i$ 、 $j$ は、第1図の検出回路52で処理される。この検出回路52は、光電流 $i$ 、 $j$ をそれぞれ電流電圧変換する電流電圧変換器52A、52Bと、該電流電圧変換器52A、52Bの出力 $i$

、 $j'$  の差信号  $k (=i' - j')$  及び和信号  $l (=i' + j')$  をそれぞれ出力する差演算器 52C 及び和演算器 52D と、差信号  $k$  を和信号  $l$  で除することによって変位信号  $m (=k / l = (i' - j') / (i' + j'))$  を生成する除算器 52E とから構成されている。なお、光電流  $h$  は接地入力されている。

以下、第3図を参照して実施例の作用を説明する。

第3図(A)、(B)は、それぞれセンサ50に平均直径D1、D2のリング状ビーム62が入射している状態を示したものであり、第3図(A)の直径が小さい場合には、光電流  $j$  が大きくなり、第3図(B)の直径が大きな場合には光電流  $i$  が大きくなる。従つて、光ビーム径Dと変位信号  $m$  の関係は、例えば第4図に実線で示す如くとなり、変位信号  $m$  から光ビーム径Dが測定できることがわかる。

なお、リング状ビームの代わりに柱状ビームを用いても、その外径が大きくなると光量分布の重

心位置は半径方向で外側に移るため、第4図に一点鎖線で示す如く、変位信号  $m$  はやはり変化する。光ビーム径を測定することが可能である。

なお、前記実施例においては、半導体基板54のP型層54Aの上に中央電極56及び周辺電極58が形成されていたが、中央電極や周辺電極を形成する面はこれに限定されず、反対側のN型層54Cの表面に中央電極56及び周辺電極58を形成してもよい。又、半導体基板54の形状も円形に限定されず、角形であつてもよい。

又、前記実施例においては、検出回路52が、中央電極56及び周辺電極58から出力される信号  $j$ 、 $i$  の差信号  $k$  をその和信号  $l$  で除算する除算器52Eを備え、該除算器52Eの出力をもつて前記変位信号  $m$  としているので、検出回路52の構成が簡略である。なお、検出回路52の構成はこれに限定されず、例えば電流電圧変換器52A、52Bの出力  $i'$ 、 $j'$  に適当な重みを付けたり、又は、演算の一部又は全てをCPUで行うこともできる。

— 7 —

次に、第5図を参照して、前記実施例を用いた非接触変位計の一例を説明する。

この非接触変位計は、レーザダイオード12、コリメータレンズ14、ビームスプリッタ16、対物レンズ18よりなる照明系で測定対象物10に微少スポット光20を照射し、前記対物レンズ18及び集光レンズ22よりなる結像レンズで、その微少スポット光20の像を形成する。なお、集光レンズ22の手前には、SN比を向上するためのリング状マスク24が設けられているが、このリング状マスク24は省略することが可能である。

第5図は、測定対象物10に微少スポット光20が集光している状態、即ち測定対象物10が合焦面にある状態を示している。このときの微少スポット光20の像が形成される面を合焦結像面と定義する。この合焦結像面から下方方向に変位させて、本発明に係るセンサ50が下向きに配設されている。このセンサ50の出力  $h$ 、 $i$ 、 $j$  は、第1図を用いて既に説明した検出回路52に入力さ

— 8 —

れ、変位信号  $m$  が出力される。

今、測定対象物10が合焦面からZ方向に変位すると、微少スポット光の像の集光点は、第6図に示すQ1(測定対象物10が合焦面より第5図の下方方向に変位した場合)又はQ2(逆に上方方向に変位した場合)となる。このときセンサ50には、微少スポット光の焦点ずれした信号のリング状マスク24で制限された像が形成されるので、該焦点ずれした像の光軸を中心とした半径方向の光量分布重心位置に対応した信号をセンサ50が出力することによつて、測定対象物10のZ方向の変位が検出できるものである。

このように、本発明に係るセンサを用いることによつて、極めて簡単な構成の非接触変位計が実現できる。

#### 【発明の効果】

以上説明した通り、本発明によれば、極座標系の半径方向における光量分布の重心位置の測定が可能となる。従つて、極めて簡単な構成の非接触変位計が実現できる。又、他の光応用計測におい

— 9 —

—45—

— 10 —

て様々な用途が開拓される。更に、半導体位置検出器の技術の多様化にも寄与する等の優れた効果を有する。

#### 4. 図面の簡単な説明

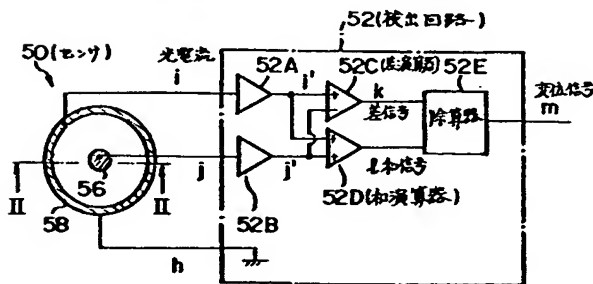
第1図は、本発明に係る半導体位置検出器の実施例の構成を示す、一部回路図を含む平面図、第2図は、第1図のII-II線に沿う横断面図、第3図(A)、(B)は、実施例の作用を説明するための斜視図、第4図は、同じく光ビーム径と変位信号の関係の例を示す線図、第5図は、本実施例が採用された非接触変位計の構成の例を示す正面図、第6図は、前記非接触変位計の作用を説明するための線図、第7図は、従来の半導体位置検出器のセンサ部の一例を示す斜視図である。

- 50…センサ、
- 52…検出回路、
- 52C…差演算器、
- k…差信号、
- 52D…和演算器、

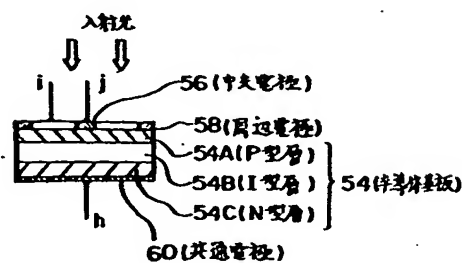
- ℓ…和信号、
- 52E…除算器、
- m…変位信号、
- 54…半導体基板、
- 54A…P型層、
- 54B…I型層、
- 54C…N型層、
- 56…中央電極、
- 58…周辺電極、
- 60…共通電極、
- 62…リング状ビーム、
- D…光ビーム径、

代理人 高 矢 諭  
松 山 圭 佑

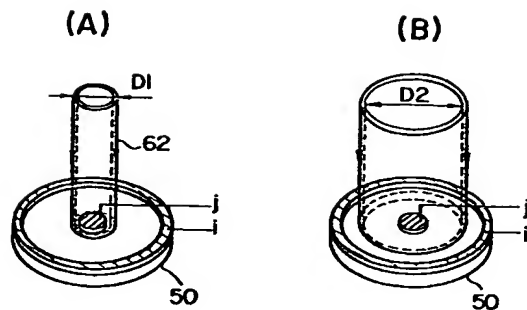
第 1 図



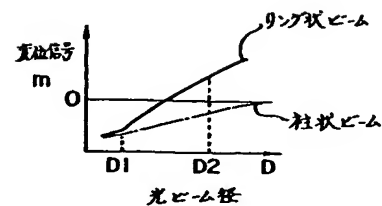
第 2 図



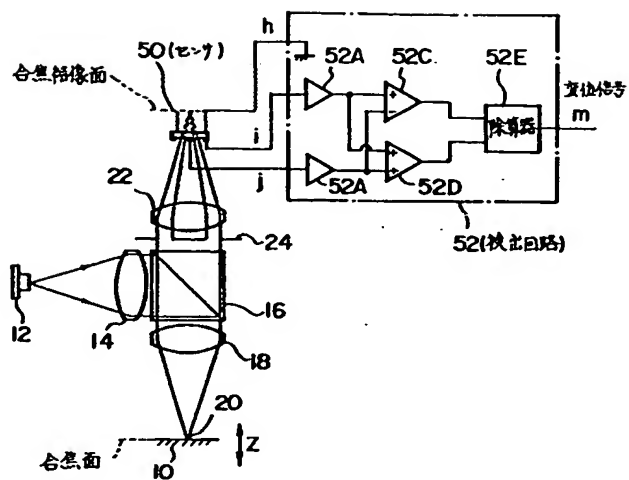
第 3 図



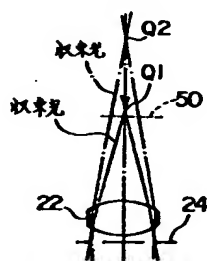
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

